

# Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale



**L**e thème de la protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale a été abordé dans un premier article intitulé « Nouvelle politique de protection et choix des pesticides » (Agriculture et développement n°3).

Le présent article constitue le deuxième volet de cette étude et expose les contraintes et les perspectives des nouveaux programmes de protection.

Enfin, un troisième et dernier volet développera les alternatives possibles aux traitements chimiques.

J. CAUQUIL, M. VAISSAYRE

CIRAD-CA, BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1, France

Ces résultats et ces conseils sont le fruit des travaux des équipes de recherche en entomologie et des spécialistes des organismes nationaux africains (SNRA), de l'IRCT (Institut de recherche du coton et des textiles exotiques) jusqu'en 1992 et du CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). Ils sont fondés sur plus de dix années d'expérimentations et d'observations.



# Contraintes et perspectives des nouveaux programmes



En Afrique francophone au sud du Sahara, 85 à 90 % des surfaces cultivées en cotonnier — plus d'un million d'hectares — sont traitées chimiquement contre les insectes. De nouveaux programmes de protection sont proposés : ils utilisent moins de matières actives insecticides avec une efficacité comparable à celle des traitements systématiques et préventifs. Mais les tentatives de vulgarisation se heurtent à des contraintes socio-économiques. Afin de faciliter la diffusion de ces programmes, la recherche se propose d'intervenir dans les actions de formation.

**L**e coût de la protection phytosanitaire du cotonnier représente plus de la moitié des frais d'intrants. Il augmente depuis la suppression des subventions (sur les engrais et les pesticides) à partir de 1992 et la dévaluation du franc CFA en janvier 1994. Parallèlement, le prix d'achat du coton graine au producteur a baissé et le commerce des pesticides a été privatisé, avec parfois des conséquences inattendues sur les prix : au Bénin en 1993, le traitement d'un hectare coûtait quatre fois plus cher qu'avec un produit acheté à l'étranger.

Cette augmentation des prix a entraîné des pratiques d'extensification avec notamment un sous-dosage des produits phytosanitaires, alors que paradoxalement la technicité des agriculteurs s'est accrue. En effet, les insecticides sont achetés selon un forfait par hectare et le plus souvent à crédit. Afin de réduire leurs dépenses, les agriculteurs déclarent fréquemment des surfaces inférieures aux surfaces réelles, puis répartissent les produits sur l'ensemble de la surface en sous-dosant les matières actives ou en diminuant le nombre des interventions. Des enquêtes réalisées au Burkina, au Cameroun, en Côte d'Ivoire, au Mali, au Togo, etc., révèlent que les recommandations des sociétés de développement ne

sont pas respectées, mais adaptées par les agriculteurs à leurs moyens financiers.

Par ailleurs, l'encadrement et le conseil technique en culture cotonnière se font de plus en plus à l'échelle des structures villageoises : le nombre des techniciens de terrain diminue rapidement et le rôle des responsables associatifs devient déterminant.

## L'adaptation des programmes phytosanitaires aux différents contextes

En matière de protection contre les ravageurs, des solutions moins onéreuses et plus conservatrices de l'environnement ont été mises au point. Mais leur pratique suppose l'acquisition et la maîtrise de notions nouvelles pour l'agriculteur. La protection phytosanitaire du cotonnier est classiquement composée de quatre à six applications à « ultra bas volume » (UBV, soit 1 à 3 litres de produit prêt à l'emploi par hectare suivant les pays) programmées selon un calendrier préétabli. Le premier traitement a lieu entre le 45<sup>e</sup> et le



Le dénombrement des ravageurs  
à l'aide de la planchette à chevilles au Burkina.  
Cliché CIRAD-IRCT

#### Traitement classique

5 ou 6 traitements sur calendrier tous les 14 jours à partir de 42-45 jours de végétation en ultra bas volume (1 à 3 litres par hectare de liquide), association prête à l'emploi d'un pyréthrinoloïde et d'un organophosphoré.



#### Nouvelle technique d'application Très bas volume à l'eau, 10 litres par hectare de liquide

- soit avec les formulations binaires prêtes à l'emploi (cf. cas précédent) ;
- soit avec des doses adaptées des matières actives épandues séparément ;
- un programme « dose x fréquence » est pratiqué dans certains pays (épandage d'un tiers de la dose et multiplication du nombre de traitements par 2, tous les 7 jours).



#### Programme de transition La lutte étagée ciblée

- 1<sup>re</sup> étape : 6 traitements à demi-dose, 6 observations des infestations puis, si nécessaire, un traitement supplémentaire est effectué 14 jours après le précédent.
- 2<sup>e</sup> étape : 6 traitements à demi-dose, 6 observations, traitement complémentaire 8 jours après le précédent si nécessaire. Méthode plus contraignante, mais plus proche de l'intervention sur seuil.



#### Les interventions sur seuil

Le passage aux interventions sur seuil est beaucoup plus délicat dans la zone comprenant des infestations de chenilles carpophages à régime endocarpique, car elles ne sont pas aisément comptabilisées.



#### Nouveau programme de protection La lutte intégrée

La lutte intégrée prend en compte toutes les alternatives possibles à la lutte chimique : le choix des variétés, les entomophages, les entomopathogènes (*Bacillus thuringiensis*...), les plantes pièges...

60<sup>e</sup> jour après le semis et les traitements suivants tous les 14 jours.

Dans chaque pays, des améliorations ont été apportées à ce programme standard pour rationaliser l'emploi des insecticides avec des spécificités selon la technicité des producteurs et le milieu humain, le potentiel de rendement et le contexte parasitaire (figure 1 ; CAUQUIL et VAISSAYRE, 1993). Par exemple, les niveaux d'infestation des chenilles carpophages délimitent des écorégions phytosanitaires.

Au nord de la zone, avec une pluviosité inférieure à 1 000 millimètres et une présence dominante de lépidoptères à régime exocarpique (*Helicoverpa armigera*, *Diparopsis watersi*), la lutte étagée ciblée est préconisée (DEGUINE *et al.*, 1993). Elle comporte une série de traitements tous les 14 jours avec une dose réduite d'une ou deux matières actives insecticides, soit en moyenne 6 traitements. Sept jours après chaque traitement, le niveau d'infestation des principaux groupes de ravageurs est observé : chenilles carpophages, sensibles aux pyréthrinoloïdes ; *Sylepta derogata* et tarsonème, sensibles aux organophosphorés de type acaricide ; *Aphis gossypii* et *Bemisia tabaci*, insectes piqueurs-suceurs sensibles aux organophosphorés aphicides.

Dans la région infestée par *Pectinophora gossypiella* et *Cryptophlebia leucotreta*, lépidoptères à régime endophage, l'évaluation du niveau d'infestation est délicate et des programmes mixtes sont utilisés. Cette zone représente environ 300 000 à 350 000 hectares (30 à 35 % de la superficie protégée).

Dans les zones où le syllepte et les lépidoptères carpophages sont observés simultanément, une association binaire d'un pyréthrinoloïde et d'un organophosphoré acaricide à faible dose peut être recommandée, faisant jouer les phénomènes de potentialisation (CAUQUIL et VAISSAYRE, 1994). Par exemple, l'association de cyperméthrine et de triazophos, dosée classiquement à 30 grammes de cyperméthrine et 100 ou

Figure 1. La transition des traitements classiques sur calendrier à la lutte intégrée (CAUQUIL et VAISSAYRE, 1994).



150 grammes de triazophos par hectare selon les pays et le niveau d'infestation, peut être réduite à des doses de 15-50 (ou 75) grammes par hectare. En fonction des seuils observés, une dose complémentaire sera ajoutée au traitement prévu au calendrier, 7 ou 14 jours après le premier traitement. Au Cameroun, les sociétés de développement ont opté pour cette deuxième solution (dose réduite et complément si nécessaire), alors qu'elles ont choisi la première au Bénin, au Burkina et au Mali.

La Côte d'Ivoire expérimente un programme mixte qui comprend un déclenchement tardif des traitements en début de cycle, des traitements systématiques sur calendrier contre les chenilles carpophages (exophages et endophages) et des applications facultatives en fonction du seuil observé pour les insectes piqueurs-suceurs et les tarsonèmes.

Les solutions mixtes sont intéressantes pour prévenir les risques, grâce aux doses épandues selon le calendrier, mais aussi pour former les paysans à l'évaluation du niveau d'infestation des ravageurs et à l'élaboration d'un traitement adéquat.

Cet apprentissage peut ensuite déboucher, dans un second temps, sur une protection utilisant exclusivement les seuils d'intervention. Des tentatives de vulgarisation de l'utilisation des seuils à Notsé au Togo (1989 à 1991) et à Garoua au Cameroun (1992) ont montré la nécessité d'une phase intermédiaire pour acquérir progressivement les notions nécessaires.

## Les contraintes pratiques des nouveaux programmes

Le coût élevé d'une protection insecticide systématique et fidèle aux recommandations est souvent dissuasif pour le paysan. Les nouveaux programmes de protection sont moins coûteux. Au Cameroun, par

exemple, la lutte étagée ciblée permet d'économiser près de la moitié des insecticides pour une efficacité au moins égale à la protection traditionnelle. Les paysans mesurent l'avantage financier des nouveaux programmes de protection phytosanitaire, mais ont des difficultés à hiérarchiser l'impact des différents ravageurs, notamment sur la qualité du coton graine.

L'abandon des techniques classiques fondées sur le calendrier suppose une observation des populations parasites à la parcelle et un choix de matières actives moins dangereux pour l'environnement et la faune utile. C'est une lutte raisonnée, qui peut être une première étape vers la lutte intégrée.

La décision de traiter est l'aboutissement d'un raisonnement faisant intervenir des éléments d'ordre technique, humain et légal. C'est une réponse synthétique aux questions : faut-il intervenir ? Quand ? Contre quel(s) ravageur(s) ? Avec quelle(s) matière(s) active(s) ? A quelle(s) dose(s) ?

## Ravageurs, dégâts et seuils d'intervention

Généralement, les paysans considèrent tous les insectes comme des ravageurs ; la notion d'insecte utile leur est inconnue. Au Cameroun, SIGRIST (1992) explique que l'agriculteur sépare les insectes en deux groupes : ceux qui rampent (chenilles, vers blancs, etc.) et ceux qui volent (papillons et punaises). Il réagit en fonction de l'ampleur visuelle des dégâts : les dépérissements (tels que la fusariose), les maladies virales (la mosaïque), l'enroulement des feuilles par *S. derogata*, les frisolées dues aux insectes piqueurs sont perçus comme plus graves que les dégâts de chenilles à régime endocarpique, par exemple, qui ne sont pas visibles extérieurement.

Les insectes sont parfois bien associés aux dégâts qu'ils provoquent : pucerons et miellat, chenilles

La fiche de comptage.  
Cliché CIRAD-IRCT





carpophages et abscission d'organes fructifères ou perforation de capsules. Dans d'autres cas, une formation reste nécessaire : acariens, mirides, vecteurs de maladies à transmission biologique.

Les niveaux d'infestation sont estimés sur un échantillon défini (en général 25 plants par parcelle unitaire) par dénombrement des ravageurs ou par quotation des dégâts. Ces évaluations concernent essentiellement les tarsonèmes, les insectes piqueurs-suceurs et les chenilles phyllophages et carpophages.

L'infestation des tarsonèmes est estimée en fonction des dégâts, car les individus sont difficilement observables. Il faut veiller à déceler les premiers dégâts foliaires pour engager un traitement curatif car les populations se développent rapidement.

Les colonies de pucerons sont en général recherchées sur les feuilles du bouquet terminal du plant. En début de cycle on peut se fonder sur le nombre de plants présentant des feuilles crispées caractéristiques des attaques d'aphides.

Les populations de *B. tabaci* (mouche blanche) sont estimées par comptage, soit des adultes très tôt le matin sur des feuilles du bouquet terminal, soit des formes larvaires, à la loupe. Les comptages s'effectuent sur des feuilles choisies selon des critères précis de nombre ou de surface, de position, d'étape de croissance, etc.

L'enrouleuse *S. derogata* est la chenille phyllophage la plus couramment notée : par comptage des individus sur le plant, de préférence au comptage des enroulements (ou des plants montrant des enroulements) car les symptômes sont persistants.

Les chenilles carpophages à régime exophage (*H. armigera*, *D. watersi*, *Earias* sp.) sont visibles à l'extérieur des organes et le développement des populations est apprécié par dénombrement des chenilles. En revanche, les populations de lépidoptères carpophages à régime endophage, connues sur plus du tiers des surfaces

cultivées, ne peuvent être estimées que par prélèvement aléatoire des organes fructifères.

Les données sont collectées lors de visites hebdomadaires des cultures et notées sur des fiches (Cameroun), ou sur des planchettes à chevilles appelées aussi *peg board* (Burkina, Bénin, Tchad). La planchette peut être utilisée par des observateurs ne sachant ni lire, ni écrire, contrairement à la fiche, où les observations sont notées et totalisées de façon manuscrite. Cependant, les fiches permettent d'apprécier la qualité du travail d'observation, de comparer les données sur une zone et d'étayer une décision, ou encore d'utiliser des abaques lorsque l'impact du ravageur varie selon le stade de la culture. C'est le cas du puceron, considéré comme beaucoup moins dommageable en milieu de cycle qu'en début ou en fin, avec des seuils de traitement variant en conséquence.

Les seuils, spécifiques à chaque groupe de ravageurs, sont déterminés en fonction de facteurs économiques, climatiques, biologiques et agronomiques. En pratique, ils diffèrent peu d'un pays à l'autre.

Lorsque le seuil est atteint, la rapidité d'intervention est essentielle, comme le choix du produit et de la dose. Les fortes infestations impliquent des mesures particulières. Par exemple, lorsque cinq chenilles de *H. armigera* sont observées sur les 10 premiers cotonniers (parmi un échantillon de 25), il faut augmenter la dose de pyréthrinoloïde ou de préférence traiter deux fois à cinq jours d'intervalle avec la dose initiale.

## Les produits insecticides

Une enquête en Côte d'Ivoire a démontré que si les agriculteurs percevaient l'utilité immédiate des traitements insecticides « protéger la culture des ravageurs pour augmenter les rendements », ils n'en maîtrisaient pas le processus. En particulier, lorsqu'ils consultaient (rarement) les indications mentionnées sur



l'étiquette, ils n'en tenaient pas compte et considéraient les formulations indifféremment.

Les produits UBV, prêts à l'emploi, sont d'une utilisation plus simple que les produits récents, dits à très bas volume (TBV) sous forme de concentrés émulsionnables dans l'eau (à raison de 10 litres par hectare). Ces derniers présentent l'avantage d'être moins chers d'environ 25 à 30 % pour une même quantité de matières actives.

### Les emballages

Les conditionnements sont de capacité et de composition diverses : sachets ou boîtes doses de quelques dizaines de centilitres, bidons de 1, 3 ou 5 litres, fûts de 50 à 200 litres ; en polyéthylène haute densité (PEHD), en métal ou en plastiques variés. Les concentrés émulsionnables, utilisant des solvants aromatiques, nécessitent des matériaux « barrières » à revêtement fluoré, qui, n'étant pas fabriqués en Afrique, coûtent 30 à 40 % plus cher que pour les formulations UBV.

### L'étiquette

Les conseils d'étiquetage de la FAO (Food and Agricultural Organization) ou du GIFAP (Groupement international des associations nationales de fabricants de produits agrochimiques, 1988) ne sont pas toujours suivis par les fabricants. Certains pays imposent leur respect (UNIPHYTO en Côte d'Ivoire). Mais la majorité des agriculteurs n'est pas apte à déchiffrer les informations indiquées sur l'étiquette : le nom commercial, les matières actives, la quantité totale et la formulation. Les pictogrammes recommandés par la FAO sont fréquemment mal interprétés (TOURNEUX, 1994). Les notions de toxicité du produit pour l'homme et l'environnement ou de spectre d'activité biologique ne sont pas maîtrisées.

Dans certains pays, comme le Burkina, les bidons de pesticides sont marqués par un timbre adhésif illustré en couleurs, correspondant au livret d'aide à l'identification des

ravageurs et à la planchette de comptage. Après avoir dénombré un ravageur au-delà du seuil d'intervention, le paysan choisira le produit de même couleur.

### Le stockage

Les insecticides sont le plus souvent stockés dans les hangars des associations villageoises. Cependant, les chefs d'exploitation constituent de plus en plus de stocks personnels. Ils jugent en effet plus sécurisant de disposer d'un supplément de produit en cas d'infestation tardive de fin de cycle, car il est très difficile à cette période de se procurer des insecticides.

La CIDT (Compagnie ivoirienne de développement des textiles), en Côte d'Ivoire, estimait en 1989 que 8,3 % des paysans stockaient des insecticides (NIERE et KONAN, 1989 ; KONAN, 1990). Une enquête de CHEYDA (1991) dans la région de Korhogo évaluait à 70 % la proportion des stocks laissée à la portée de tous, notamment des enfants (dont 60 % déposés sur le sol dans la maison familiale) et à 30 % seulement les stocks placés dans un magasin fermé à clé. Cette attitude était guidée par un souci de prévention contre les vols et non contre les accidents

Appareil de traitement TBV.

Cliché CIRAD-IRCT

Les différents conditionnements.

Cliché CIRAD-IRCT





d'intoxication. Actuellement, presque tous les agriculteurs stockent des insecticides (Burkina, Mali, etc.).

### Le dosage

Les formulations UBV sont prêtes à l'emploi, mais les quantités pulvérisées varient de 1 à 3 litres par hectare selon la buse utilisée, la vitesse de déplacement de l'opérateur et le nombre de lignes traitées par passage.

Les pulvérisations à très bas volume (TBV : environ 10 litres par hectare) sont effectuées avec une bouillie obtenue en mélangeant un concentré émulsionnable dans de l'eau. Certains pays ont choisi par facilité des associations binaires utilisables en bouillie aqueuse à raison d'un litre de produit commercial par hectare (Sénégal, Guinée, Côte d'Ivoire). Mais ce choix exclut la possibilité de cibler avec une seule matière active un groupe de ravageurs observé isolément. Par exemple, des traitements binaires associant un pyréthriné et un organophosphoré sont pratiqués pour maîtriser des pucerons. Par ailleurs, cette formulation ne permet

pas de doser indépendamment les matières actives en fonction des niveaux d'infestation. Enfin, les risques d'erreur de dosage sont d'autant plus grands que la formulation initiale est concentrée.

Au Cameroun, les matières actives sont commercialisées en formulations pures, à des concentrations variables. Chaque matière active fait l'objet d'un dosage indépendant, au moyen de bidons doseurs. Ces outils peu onéreux sont constitués d'un tube gradué relié à un réservoir et permettent d'obtenir la dose appropriée par simple pression (*squeeze bottle*) et sans danger pour l'opérateur.

Dans les autres pays, des dosettes spécifiques à chaque matière active (à une concentration fixe) sont distribuées. Par exemple, la Côte d'Ivoire utilise des boîtes doses métalliques et le Tchad, depuis 1992, des sachets doses en polyéthylène haute densité. L'inconvénient de ces doses est la multiplicité des emballages et le risque accru de pollution ponctuelle. Les boîtes métalliques doivent être enterrées et les sachets, consignés, collectés après usage pour être incinérés.

### Une forte tendance à sous-doser

Les sous-dosages sont fréquents et généralement volontaires, avec pour conséquences des pertes qualitatives et quantitatives, ainsi que l'apparition de résistances chez certains ravageurs.

Couramment en effet, le prix de la protection phytosanitaire est calculé sur la base d'un forfait par hectare déclaré. Ce forfait inclut les formulations insecticides, la location des pulvérisateurs, les piles et le crédit (le manque de trésorerie contraint la plupart des agriculteurs à acheter les produits à crédit, avec un surcoût global). Dans une étude réalisée au Togo, COUSINIE (1993) décrit les dérives de ce mode de calcul avec la sous-déclaration puis le sous-dosage

Stockage de produits dans la société de développement cotonnière.

Cliché CIRAD-IRCT



des pesticides ou des engrais. Pour un forfait d'intrants de 33 000 FCFA par hectare en 1991 (660 FF), il estimait que 60 % seulement des surfaces plantées étaient déclarés. Au Burkina, LENDRES (1991) constate une pulvérisation moyenne, pour quatre applications TBV, de 10,1 litres par hectare comparée à une préconisation de 12 litres par hectare. Au Mali, la dose recommandée étant de 12 litres par hectare, DJIMRAOU (1993) évaluait à 50 % les paysans utilisant moins de 11 litres par hectare de formulation TBV en 1992. En 1993, ce sous-dosage était pratiqué par 70 % des agriculteurs, en raison de l'augmentation des prix et de la suppression des subventions.

D'autres facteurs expliquent ce sous-dosage. L'utilisation sur d'autres cultures, par exemple, est courante. Au Togo, sur une période de cinq ans (1985-1989) COUSINIE et DJAGNI (1991) ont évalué entre 10 et 25 % la proportion d'insecticide achetée pour le cotonnier et détournée vers d'autres usages : cultures maraîchères et fruitières, stockage des céréales, lutte contre les termites, etc.

Le mode de financement des pesticides contribue aussi à expliquer ces pratiques. Au Cameroun par exemple, les pesticides destinés aux cultures vivrières doivent être payés comptant. Ainsi en 1991, 18 % des paysans pulvérisaient sur le niébé (*Vigna unguiculata* Walp.) l'insecticide acheté à crédit pour le cotonnier.

La gestion des stocks par les coopératives ou les groupements villageois joue également un rôle important dans le comportement des agriculteurs. Les besoins en insecticides sont recensés chaque année par les structures d'approvisionnement d'après les déclarations de surface des chefs d'exploitation. Cependant, ces structures sont tenues de payer les insecticides résiduels de fin de campagne. Elles gèrent donc leurs commandes de façon à minimiser les stocks et ajustent parfois à la baisse les besoins déclarés par les agriculteurs. Une infestation tardive par *H. armigera* (cas du Burkina en 1991) peut avoir

de très graves conséquences pour le paysan s'il n'a pas constitué une réserve de sécurité et s'il ne peut s'approvisionner. Enfin, dans de nombreux cas, les inventaires de fin de campagne ont lieu bien avant la fin du cycle du cotonnier et l'achat ultérieur des produits est très difficile. Au Bénin, où la privatisation du commerce des pesticides est la plus avancée, la gestion du stock de sécurité reste assurée par la société d'Etat.

Par ailleurs, dans certains pays (Burkina), les agriculteurs du groupement villageois sont collectivement responsables du remboursement des intrants. En 1992, le prix élevé des intrants et les bas rendements (dus aux conditions climatiques et parasitaires) ont conduit de nombreux paysans à cesser la culture du cotonnier car la récolte de 1993 aurait servi en grande partie à résorber le déficit de 1992.

Les paysans sont aussi amenés à revendre à bas prix leurs stocks d'insecticides lors d'un besoin exceptionnel de trésorerie, ce qui les oblige alors à sous-doser.

A noter enfin que l'intégration en Côte d'Ivoire du coût des insecticides dans le prix d'achat du coton graine (jusqu'en 1993-1994) a généré un marché parallèle dans les pays voisins (Burkina, Mali...) où les produits étaient vendus à 60 % environ de leur prix d'origine. Ainsi en 1993, le prix des insecticides variait selon les pays de 20 à 32 FCFA le litre pour un traitement UBV.

## Les techniques d'application

Les nouveaux programmes de protection systématisent les pulvérisations à très bas volume. En Afrique francophone pendant la campagne 1993-1994, environ 30 % des surfaces ont été traitées selon cette technique, qui pourrait être généralisée en deux ou trois ans (CAUQUIL et VAISSAYRE, 1994). Elle est appliquée exclusivement au Sénégal et en Guinée et en cours de diffusion au Bénin, au Cameroun, au Tchad et au Togo.







Chantier de traitement TBV  
au Cameroun.  
Cliché CIRAD-IRCT

## Les appareils et leur fonctionnement

Les pulvérisations TBV se pratiquent avec des pulvérisateurs UBV adaptés au moyen d'une buse et d'une nourrice complémentaire, de type Berthoud C8, Micro-Ulva, ou avec des pulvérisateurs spécialement conçus tels que C4-10 ou Ulva+ (CAUQUIL, 1993). Dans le premier cas, la nourrice complémentaire de 5 ou 10 litres permet de recharger périodiquement le bidon de traitement d'un litre placé au-dessus du disque rotatif. La nourrice doit être portée par l'opérateur et non pas, comme cela se pratique parfois, laissée en bout de ligne car dans ce cas une partie du champ peut être oubliée lors de l'opération de recharge du bidon.

Les pulvérisateurs sont loués aux paysans par les associations villageoises ou les structures d'encadrement (Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Togo). Dans de nombreux pays cependant, les chefs d'exploitation cherchent à acquérir leur propre matériel par commodité. Le montant de la location est calculé selon la surface. La maintenance est assurée par les sociétés cotonnières ou par les paysans. L'entretien des pulvérisateurs TBV est plus délicat que celui des appareils UBV en raison de l'oxydation des parties métalliques, notamment du moteur, provoquée par l'eau.

Une ou deux piles de 1,5 volt sont nécessaires au fonctionnement du pulvérisateur par hectare traité, selon le type de pulvérisateur, la qualité des piles à l'achat et leurs conditions de stockage. Certains pays distribuent les piles et les produits insecticides simultanément (Cameroun, Tchad, Togo) à un prix forfaitaire. Dans d'autres, les paysans doivent se les procurer sur le marché local (1 à 2,5 FCFA l'unité en 1993). Les piles ne sont pas toujours renouvelées à temps, souvent par manque de trésorerie. La qualité des pulvérisations en est alors affectée : le disque tourne au-dessous du régime normal et les gouttelettes sont plus volumineuses

et moins nombreuses. En Côte d'Ivoire (CHEYDA, 1991), l'état déficient des piles est l'obstacle le plus important à la qualité des pulvérisations et la moitié des retards de traitement est due à la difficulté financière d'achat des piles.

Au Mali, dans le village de Nangoula proche de la station de M'Pesoba, une organisation non gouvernementale a développé un système de recharge de piles par panneau solaire. Il fonctionne depuis 1984 sans difficulté majeure et les paysans payent 0,20 FCFA la recharge d'une pile. En Zambie, COURTIAL (communication personnelle), confronté à des difficultés d'approvisionnement en piles, a utilisé pendant deux ans des panneaux solaires individuels placés sur un casque porté par l'opérateur. Cet appareillage remplaçait les piles mais ne permettait pas de les recharger. A Maroua (Cameroun), en janvier 1994, la société CALLIOPE a présenté un modèle expérimental de pulvérisateur à disque rotatif équipé d'un panneau solaire qui recharge la pile.

L'approvisionnement en eau en quantité et en qualité suffisantes (environ neuf litres par hectare traité) n'a pas posé de problème apparent. Lorsque l'eau est trop chargée en impuretés, elle est filtrée avec un morceau de tissu.

## Les chantiers de traitement

Les traitements UBV et TBV sont souvent réalisés par les adolescents, le travail étant moins pénible qu'avec un appareil à dos de type classique (à pression entretenue, pesant entre 15 et 20 kilogrammes). Au Cameroun, SIGRIST (1991) estimait que 6 % des opérateurs avaient moins de 18 ans, tandis qu'en Côte d'Ivoire (KONAN, 1990), 55 % avaient plus de 20 ans, 40 % de 15 à 20 ans et 3 % moins de 15 ans.

La nécessité de passer tous les deux ou trois rangs dans le cas des pulvérisations TBV au lieu de quatre à six pour l'UBV, qui double les temps de travaux, a été facilement admise car elle est compensée par l'économie

d'argent. En revanche, le nombre de lignes traitées par passage n'est pas toujours respecté dans un cas comme dans l'autre ; il est augmenté pour réduire la consommation d'insecticide. Pour les traitements TBV, cette économie se fait aussi par le biais des dilutions. Ces pratiques nuisent à la qualité des traitements car les insectes, situés au sein de la canopée et sous les feuilles (piqueurs-suceurs et tarsonèmes), ne sont pas correctement atteints. Même si la technique TBV est reconnue comme plus efficace que l'UBV, un effort de formation doit être fait pour inciter les agriculteurs à respecter les dosages, notamment en insistant sur l'intérêt économique à terme de ces techniques.

En Afrique centrale, les cultures de cotonniers s'étendent sur de grandes surfaces, par blocs de dizaines d'hectares, et les agriculteurs organisent en commun des chantiers de pulvérisation. Le travail d'encadrement technique y est plus facile qu'en Afrique de l'Ouest où les parcelles individuelles sont disséminées dans le paysage agricole.

### La « toxicovigilance »

La perception par le paysan africain du produit insecticide est complexe : considéré comme un poison, il revêt un aspect mythique (venu de l'Occident) et peut avoir d'autres usages (pour la pêche, la chasse, etc.). Par ailleurs, l'incapacité de beaucoup d'agriculteurs à déchiffrer ou à interpréter les étiquettes, le défaut d'indications de ces dernières ou la tendance à ne pas les respecter justifient la nécessité d'une formation.

En matière de pollution, la gestion des emballages est essentielle. Chaque type d'emballage présente des avantages et des inconvénients, selon l'usage auquel il est destiné. Les fûts métalliques sont robustes, avec un faible volume de stockage à l'échelle du village, mais le fractionnement du contenu est délicat (robinet, entonnoir, récipient intermédiaire). Ils sont souvent réutilisés : matériel de distillation, transport d'eau, élément de toiture, cantine.

Peu nombreux, leur recyclage est surveillé sans difficulté par les structures d'encadrement.

Les bidons en matière plastique sont faciles à stocker, à transporter et à manipuler. Les paysans les réutilisent dans la majorité des cas pour les liquides alimentaires ou les carburants. D'après une enquête réalisée sur 73 villages au Cameroun, SIGRIST (1991) estime qu'après usage 19 % sont détruits, 18 % renferment des carburants et 63 % servent de contenants alimentaires (eau, huile, miel, niébé). CHEYDA (1991), en Côte d'Ivoire, observe que tous les bidons en plastique sont récupérés après rinçage, alors que les boîtes métalliques sont détruites ou jetées.

Les boîtes doses métalliques ou en PEHD limitent les manipulations et les risques d'erreur de dosage mais ont un prix de revient au litre plus élevé. Ces emballages sont rarement réutilisés, en raison de leur trop faible contenance.

En Afrique francophone, le « pack à l'anglaise » — comprenant les différentes formulations, le mode d'emploi en langue locale, les gants et parfois un masque — n'est jamais utilisé. En effet cet équipement, prévu pour une unité de surface, manque de souplesse en cas de sous-déclaration des surfaces.

Les précautions nécessaires à la réalisation des traitements sont rarement prises, notamment en ce qui concerne la tenue vestimentaire. L'enquête de CHEYDA (1991) en Côte d'Ivoire signale que tous les opérateurs portent une chemisette ou un tee-shirt mais que 20 % sont en short ; seuls 5 % portent des bottes, 10 % des chaussures fermées, 20 % des sandales et 65 % sont pieds nus ; enfin, 90 % sont tête nue. En revanche, ils se lavent les mains, sans se changer le plus souvent. Au Cameroun, SIGRIST (1991) note que les opérateurs s'abstiennent de manger, de boire et de fumer pendant le traitement, se couvrent quelquefois la tête, font attention à la direction du vent et se lavent entièrement après les traitements.

Séance de formation en lutte étagée ciblée  
au Bénin.  
Cliché CIRAD-IRCT





## L'aide à la formation

La formation n'est pas la vocation première de la recherche, mais elle est une condition nécessaire à la mise en œuvre de ses résultats.

En l'occurrence, la diffusion des nouveaux programmes de protection nécessite un effort important de sensibilisation aux enjeux économiques et de formation des acteurs de terrain.

L'efficacité des nouveaux programmes de protection est conditionnée par la qualité de l'observation. La personne qui en est chargée joue donc un rôle essentiel (*scout* en anglais). Il choisit un échantillon représentatif, effectue une série de comptages pour estimer les populations des principaux ravageurs. Ce travail peut être réalisé par un technicien dans un but pédagogique, l'objectif étant de former le chef d'exploitation ou un membre de sa famille. Au Cameroun, les observateurs sont souvent des jeunes sortant de l'école, rétribués collectivement par les membres du groupement villageois. Ils sont chargés de surveiller environ 40 hectares (cultures en blocs). En Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina, etc.), les cultures sont dispersées et les agriculteurs ne souhaitent pas se soumettre à une surveillance extérieure. Il est donc nécessaire de former un membre de la famille, si possible alphabétisé.

Le travail d'observation est répétitif, pénible en raison de la rosée matinale, de la chaleur dans la journée, et exige une attention soutenue. Au moins pendant l'apprentissage, l'encadrement doit rester vigilant (au Cameroun, le double des fiches est régulièrement collecté par les chefs de secteur). Pour justifier de leur autorité, les personnes chargées de l'encadrement doivent montrer un niveau technique et des qualités pédagogiques reconnues. Par ailleurs, la « diffusion de proximité » peut être utilisée opportunément : les agriculteurs sont attentifs aux innovations mises en place dans le voisinage.

## Les étapes de l'enseignement

L'enseignement des nouveaux programmes de protection commence par la notion de seuil d'intervention, qui s'appuie sur l'appréciation de la nuisibilité économique. C'est une démarche intellectuelle nouvelle pour beaucoup d'agriculteurs qui, par exemple, admettent avec difficulté de ne pas intervenir s'ils observent cinq chenilles d'*H. armigera* sur un échantillon de 25 cotonniers. Même peu nombreuses, ces larves font des dégâts ; la notion de coûts comparés d'un traitement et des pertes de rendement est parfois longue à assimiler. Dans ce cas, les notions de faune utile ou de respect de l'environnement ne peuvent pas être abordées. Cette première étape doit être laissée à la charge des structures locales d'encadrement.

### L'évaluation du niveau d'infestation

Les 25 cotonniers composant l'échantillon représentatif doivent être choisis de façon aléatoire dans l'unité de culture à protéger. C'est dans la détermination préalable d'unités homogènes pour l'échantillonnage que réside la difficulté principale. Cette responsabilité est généralement laissée à l'encadrement. Une visite par parcelle (de deux hectares au plus) permet d'en venir à bout. Dans le cas de grandes surfaces, un découpage est effectué (par exemple : un échantillon pour quatre parcelles d'un quart d'hectare rassemblées en bloc, au Cameroun).

L'observateur examine ensuite attentivement l'échantillon prélevé et évalue le degré d'infestation par les principaux ravageurs : acariens, piqueurs-suceurs, chenilles phyllophages et carpophages. Il doit nécessairement connaître tous les stades de développement des différents prédateurs ainsi que leurs dégâts. Ces dénombrements sont parfois gênés par les conditions climatiques ou le développement végétatif des plants.

## La décision de traiter

La décision de traiter est liée au dépassement d'un seuil. Si l'observateur utilise une planchette, le seuil est dépassé lorsque la cheville (placée successivement dans les trous à chaque unité relevée) se situe dans une zone marquée de rouge qui indique également la formulation adaptée au ravageur.

La fiche permet théoriquement de moduler les seuils d'intervention en fonction d'abaques, mais la technicité nécessaire suppose une formation poussée.

## Le choix de la formulation et le traitement

L'observateur est responsable du choix de la formulation et de la dose. Dans de nombreux pays, ce choix est facilité par l'étiquette des produits dont la couleur correspond à la planchette ou au livret d'aide à l'identification des ravageurs. Les sources d'erreur restent nombreuses et la vigilance des formateurs d'autant plus importante.

Le mode de pulvérisation varie en fonction du ravageur. Celle-ci doit être orientée vers la région principalement atteinte : la face inférieure du feuillage pour les tarsonèmes et les piqueurs-suceurs, le sommet des plants pour les chenilles carpo-phages, les feuilles périphériques pour les chenilles défoliatrices.

## Les moyens de la formation

La réalisation des nouveaux programmes de protection s'appuie encore beaucoup sur l'encadrement local ou les jeunes observateurs alphabétisés. Leur généralisation est conditionnée par la formation des chefs d'exploitation. SCHWARTZ (1993) estime que 13 à 15 % des producteurs de coton burkinabés sont alphabétisés (8 % des autres agriculteurs). DJIMRAOU (1993) considère que 25 % des producteurs de coton maliens savent lire et écrire le bambara ou le français. Les méthodes de

formation doivent être simples et illustrées, adaptées à cette situation qui ne peut évoluer que lentement.

L'engagement de la recherche dans la formation est surtout axé sur la connaissance des ravageurs et de leurs dégâts. Au Cameroun, ASFOM (1994) préconise la mise en place d'un réseau de parcelles non protégées afin de former les observateurs et les techniciens de terrain et de suivre l'évolution du parasitisme.

De nombreux supports sont mis à la disposition des sociétés de développement : diapositives, films vidéo, plaquettes illustrées, affiches didactiques... Des montages de diapositives ont été conçus pour décrire l'organisation d'un chantier TBV (DEGUINE et ASFOM, 1990), la lutte étagée ciblée et sa réalisation pratique (AMIOT *et al.*, 1992). Ces documents sont complémentaires aux travaux pratiques de terrain destinés aux formateurs, auxquels les entomologistes participent. Les chercheurs leur apportent les outils pour maîtriser les principes de la protection phytosanitaire : quantification des seuils d'intervention, période de collecte, matières actives et doses. Les personnes formées prennent ensuite le relais auprès des agriculteurs ou des observateurs pour la collecte des données, la décision d'intervenir, la réalisation du traitement, la maîtrise et l'entretien des pulvérisateurs.

La recherche ne s'est pas investie jusqu'à présent dans la formation à la connaissance de l'insecticide : le stockage, la manipulation, les dangers, le mode d'action sur les parasites et la faune utile. Des documents audiovisuels construits dans cet objectif seraient susceptibles d'améliorer la toxicovigilance, diminuer la pollution et augmenter l'efficacité des applications.

## Conclusion

Cette conception nouvelle de la lutte contre les ravageurs est guidée par des préoccupations économiques et

écologiques : améliorer la rentabilité pour le producteur et protéger l'environnement. Le rôle de la recherche consiste à mettre au point des techniques de protection par écorégion phytosanitaire et à aider les structures de développement dans leur travail de sensibilisation et de formation des agriculteurs.

La lutte étagée ciblée est en cours de vulgarisation au Cameroun depuis 1990, avec des résultats encourageants. En 1993-1994, 33 000 hectares ont été protégés selon cette méthode, avec des économies atteignant la moitié des frais occasionnés par une protection classique et des rendements équivalents. Le Bénin, le Burkina, le Mali sont en phase de prévulgarisation. Mais les nouveaux programmes de protection tels que la lutte étagée ciblée présentent des risques phytosanitaires plus importants. Les décisions de traitement sont soumises à l'appréciation des seuils de nocivité par les observateurs, avec des risques de dégâts rapides et graves en cas de dépassement. La formation des observateurs, des cadres de terrain et des responsables de structures villageoises doit être conduite de façon à les sensibiliser, à les responsabiliser, à leur permettre d'acquiescer mais aussi d'entretenir les notions clés. En pratique, la création de sessions nationales annuelles d'une ou deux semaines, avec une formation initiale suivie chaque année d'un stage d'entretien, pourrait apporter une réponse efficace. Leur financement peut être mixte et partiellement assuré par les associations villageoises. Par ailleurs, la diffusion de ces techniques nouvelles doit être progressive pour mesurer leurs conséquences sur l'équilibre entre les ravageurs, les arthropodes utiles et les plantes hôtes.

Les premières expériences de vulgarisation montrent que les difficultés rencontrées sont rarement d'ordre technique, mais davantage socio-économique. Elles soulignent l'importance des aspects humains dans les actions de développement agricole.



## Bibliographie

ASFOM P., 1994. Un réseau de parcelles de référence utilisé au Cameroun pour évaluer l'importance du parasitisme. In : Comptes rendus de la réunion de coordination des recherches phytosanitaires (Afrique centrale), IRA, Maroua, Cameroun, 26-28 janvier 1994. Montpellier, France, CIRAD-CA, p. 182-185.

CAUQUIL J., 1993. Evolution des techniques d'application pour la protection du cotonnier en Afrique francophone au Sud du Sahara. In : Annales du symposium international sur les techniques d'application des produits phytosanitaires, Strasbourg, France, 22-24 septembre 1993. ANPP, BCPC, 2 : 603-610.

CAUQUIL J., VAISSAYRE M., 1993. The implantation of IPM on cotton in Sub-saharian francophone Africa. IPMWG summary. Report of East/Central Southern African integrated Pest Management Implementation Workshop, Harare, Zimbabwe, 19-24 April 1993. Chatham, United Kingdom, NRI.

CAUQUIL J., VAISSAYRE M., 1994. Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale. 1 - Nouvelle politique de

protection et choix des pesticides. Agriculture et développement, 3 : 13-23.

CHEYDA M., 1991. Pratiques paysannes et la place des produits phytosanitaires dans la fibre coton en Côte d'Ivoire. Montpellier, France, CNEARC, 80 p.

COUSINIE P., 1993. Dynamique des systèmes de protection en zone cotonnière au Togo de 1985 à 1992. Montpellier, France, CIRAD-CA, collection Documents de travail 9, 128 p.

COUSINIE P., DJAGNI K., 1991. Pratiques paysannes au Togo. Coton et fibres tropicales, 46 (4) : 271-292.

DEGUINE J.-P., ASFOM P., 1990. Organisation d'un chantier TBV. Kit de diapositives, accompagné d'un dossier, à l'usage des formateurs. Montpellier, France, CIRAD.

DEGUINE J.-P., EKUKOLE G., AMIOT E., 1993. La lutte étagée ciblée, un nouveau programme de protection insecticide en culture cotonnière au Cameroun. Coton et fibres tropicales, 48 (2) : 99-119.

DJIMRAOU A., 1993. Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière dans la zone CMDT au Mali. Montpellier, France, CNEARC, 81 p. + annexes.

GIFAP, 1988. Trainers manual: a course for farmers trainers. Bruxelles, Belgique, GIFAP, édition française, 1989, 154 p.

KONAN B., 1990. Résultats de l'enquête traitement insecticide. Bouaké, Côte d'Ivoire, CIDT, 32 p.

LENDRES P., 1991. Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Burkina Faso. Montpellier, France, CNEARC-ESAT, 81 p. + annexes.

NIERE K., KONAN B., 1989. Quelques aspects du comportement de nos planteurs vis-à-vis des insecticides. Bouaké, Côte d'Ivoire, CIDT, 55 p.

SCHWARTZ A., 1993. Brève histoire de la culture du coton au Burkina Faso. Bondy, France, ORSTOM, 27 p.

SIGRIST J.-C., 1991. Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Nord Cameroun. Cergy-Pontoise, France, ISTOM, 112 p.

TOURNEUX H., 1994. L'interprétation paysanne des pictogrammes phytosanitaires. Agriculture et développement, 1 : 39-42.

## Résumé... Abstract... Resumen

J. CAUQUIL, M. VAISSAYRE – Protection phytosanitaire du cotonnier en Afrique tropicale.

2 - Contraintes et perspectives des nouveaux programmes.

En Afrique francophone, plus d'un million d'hectares de cotonnier sont protégés par voie chimique. Avec un contexte économique de plus en plus difficile pour les producteurs, ceux-ci ont tendance à sous-doser les insecticides, bien qu'ils soient conscients de l'importance de la lutte contre les déprédateurs. Pour améliorer la rentabilité de la culture et préserver l'environnement, de nouveaux programmes de protection utilisant moins d'insecticides chimiques sont proposés. Ils s'appuient sur une meilleure connaissance des ravageurs pour évaluer leurs niveaux d'infestation, les comparer aux seuils d'intervention, choisir les formulations, les doses et les modalités d'épandage. Une formation des agents de développement et des chefs d'exploitation est nécessaire pour diffuser ces techniques, ainsi que pour améliorer la « toxicovigilance » dans la manipulation des produits et la gestion des emballages après usage.

Mots-clés : cotonnier, protection phytosanitaire, toxicité, formation, Afrique francophone.

J. CAUQUIL, M. VAISSAYRE – Cotton crop protection in tropical Africa.

2- Limitations and prospects of the new programmes.

In French-speaking Africa, chemical control is used to protect more than a million hectares of cotton crops. Under the stress of the worsening economic situation, cotton growers are using excessively low pesticide dosages on their cotton crops, even though they are fully aware of the importance of pest control. New cost-effective and environment-friendly crop protection programmes involving lower chemical pesticide dosages have been proposed. These programmes are based on a better understanding of cotton pests to assess infestation levels, match them against treatment thresholds, and choose pesticide formulations, dosages and spraying conditions. It is essential to train development agents and farm managers to make these techniques operational and improve toxic vigilance in handling the chemicals and packaging after use.

Keywords: cotton, crop protection, toxicity, training, French-speaking Africa.

J. CAUQUIL, M. VAISSAYRE – Protección fitosanitaria del algodón en África tropical.

2- Restricciones y perspectivas de los nuevos programas.

En África de habla francesa, se protege más de un millón de hectáreas de plantaciones de algodón por vía química. En un contexto económico cada vez más difícil para los productores, éstos tienen tendencia a dosificar insuficientemente los insecticidas, pese a saber la importancia de la lucha contra las plagas. Para mejorar la rentabilidad del cultivo y preservar el medio ambiente, se proponen nuevos programas de protección que utilizan menos insecticidas químicos y que se basan en un mejor conocimiento de las plagas para evaluar sus niveles de infestación, compararlos con los límites de intervención, elegir las formulaciones, las dosis y las formas de dispersión. Se necesita formar a los encargados del desarrollo y los jefes de explotación para difundir estas técnicas, así como para mejorar la toxicovigilancia en la manipulación de los productos y la gestión de los embalajes después de su uso.

Palabras clave: algodón, protección fitosanitaria, toxicidad, formación, África de habla francesa.